

Technika światłowodowa

Technika światłowodowa

<http://www.dipol.com.pl/>

<http://www.energotel.pl/pomiary-optyczne,d87.html>

http://fibertech.com.pl/pigtaile,%20patchcordy_60.html

<http://www.teleoptics.com.pl/zs.html>

CZYM JEST ŚWIATŁOWÓD?

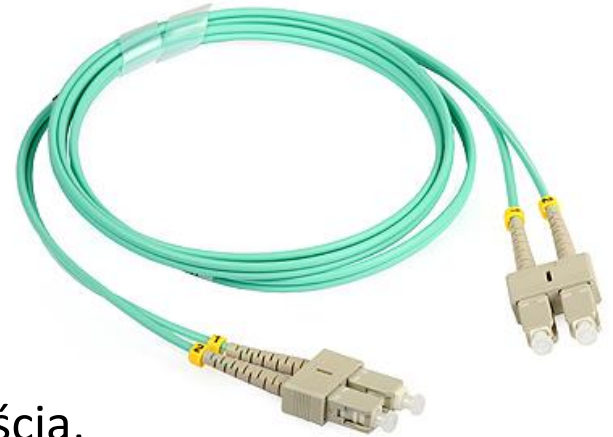
Światłowód – przezroczysta struktura (włóknista, warstwowa lub paskowa), w której odbywa się propagacja światła*.

Światłowody to:

- ✓ Przesył sygnału na duże odległości,
- ✓ Mała masa / małe wymiary kabli,
- ✓ Możliwość przesyłania danych z ogromną prędkością,
- ✓ Duża niezawodność,
- ✓ Odporność na zakłócenia elektromagnetyczne,
- ✓ Relatywnie niski koszt okablowania.

Wady(?)

- ✗ Względnie trudny proces łączenia włókien oraz zarabiania złącz.



TŁUMIENIE WŁÓKIEN

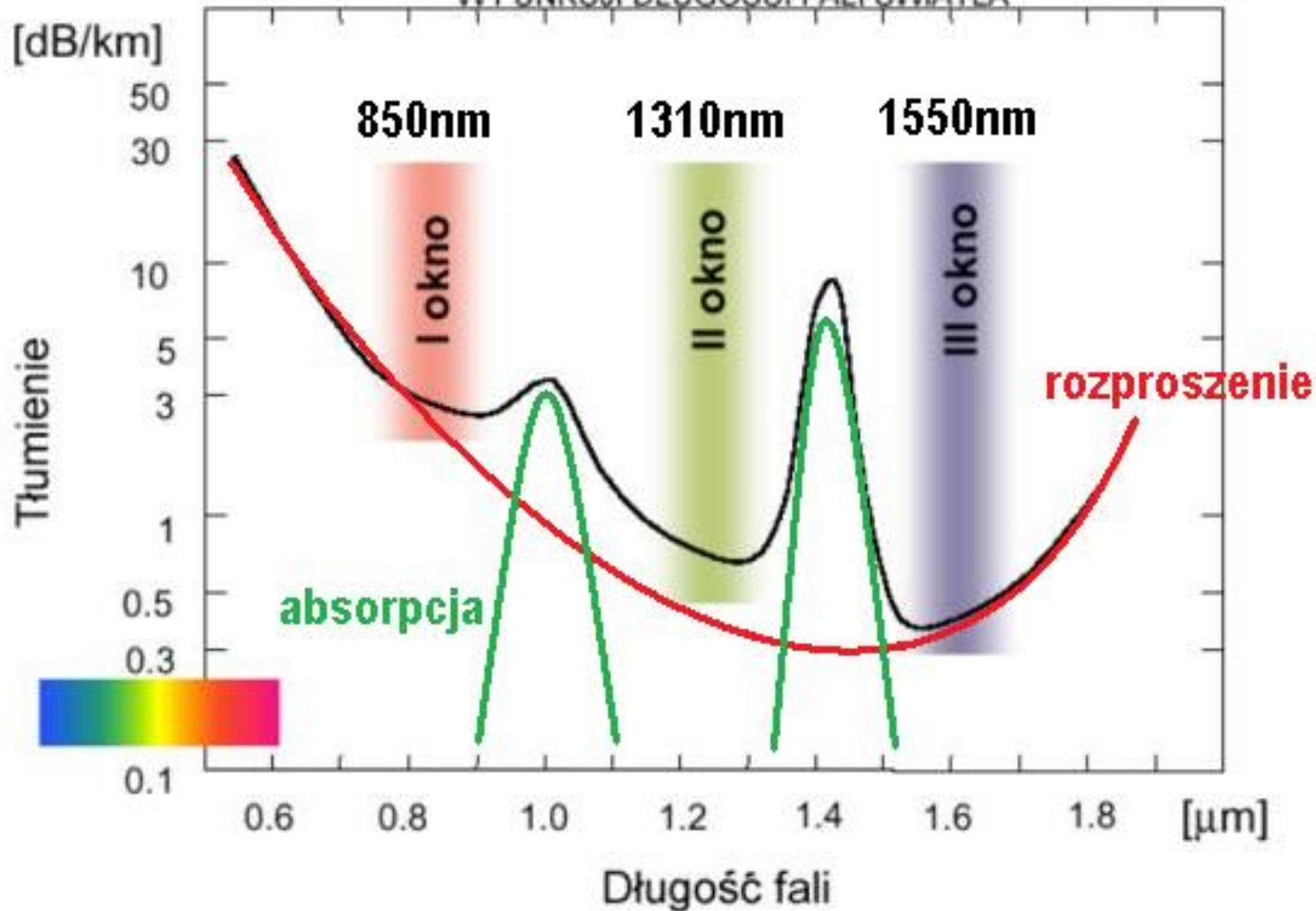
Absorpcja (od łac. *absorptio* – pochłanianie) – termin stosowany w wielu dziedzinach oznaczający pochłanianie, wchłanianie.

Absorpcja(optyka) – proces pochłaniania energii fali przez ciało

W wyniku absorpcji światła przechodzącego przez substancje (np. gaz) z widma światła padającego zostają usunięte fotony o określonej częstotliwości. Na tej podstawie można stwierdzić, przez jakie substancje przechodziło światło. Zjawisko to wykorzystuje się do badania składu chemicznego mieszanin związków chemicznych, gazów otaczających gwiazdy, obłoków gazowych we Wszechświecie. Zajmuje się tym spektroskopia absorpcyjna.

TŁUMIENIE WŁÓKIEN

TŁUMIENIE WŁÓKNA ZE SZKŁA KWARCOWEGO
W FUNKCJI DŁUGOŚCI FALI ŚWIATŁA

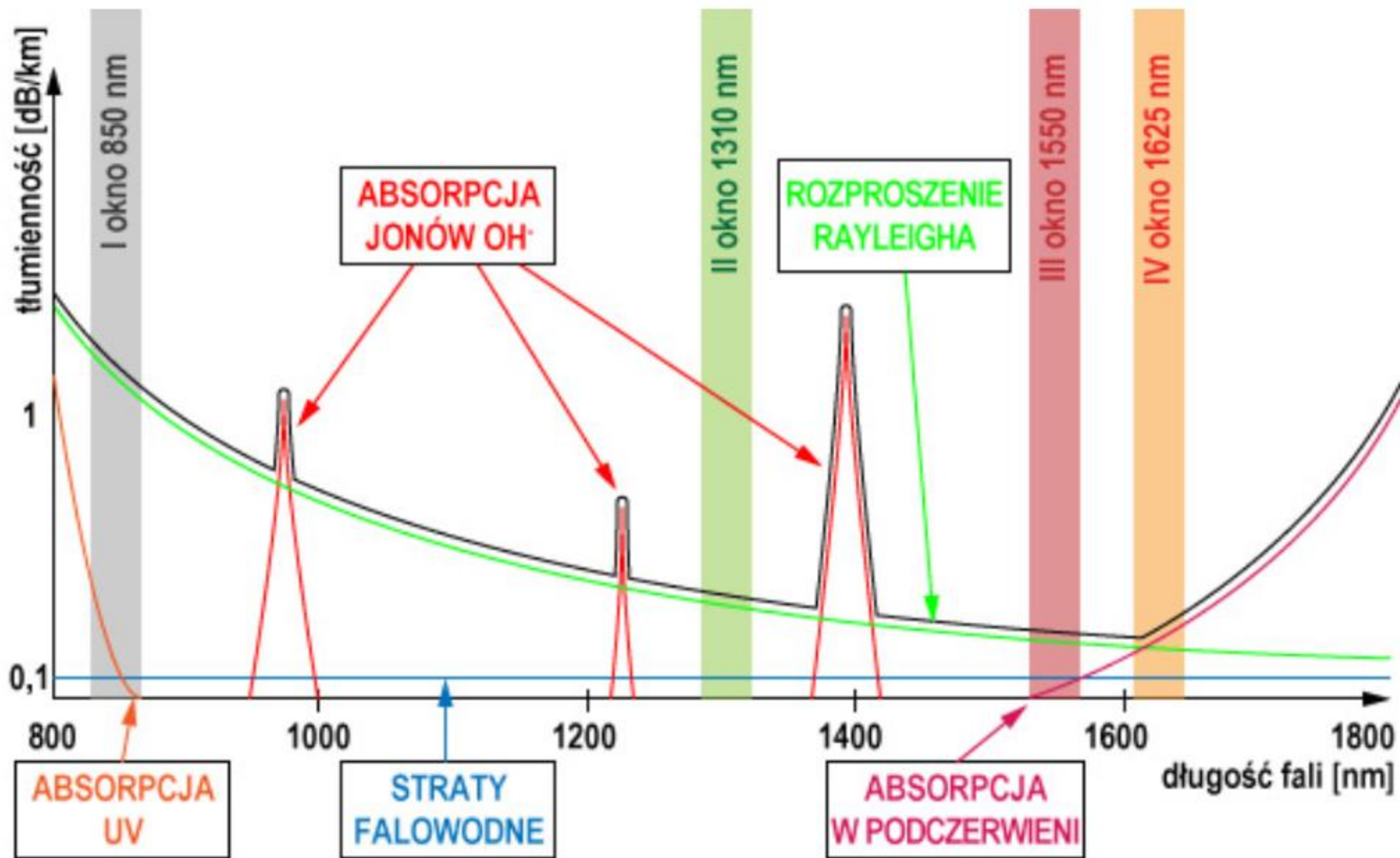


TŁUMIENIE WŁÓKIEN

Okna transmisji w instalacjach światłowodowych. Transmisja danych w światłowodzie odbywa się w oknie (oknach) transmisyjnym, wybranym z trzech (a w systemach zaawansowanych czterech lub pięciu) pasm. Zostały one wyznaczone w sposób nieprzypadkowy. Przy ich wyborze uwzględniono charakterystykę tłumienia sygnału w tym medium transmisyjnym.

Wyróżnić można trzy główne źródła tłumienia sygnału przesyłanego w światłowodzie:

- *straty falowodowe* - wynikają z niejednorodnej budowy światłowodu, związanej z niedoskonałościami procesu produkcji. Mowa tu głównie o geometrii rdzenia oraz niejednorodności współczynnika refrakcji w rdzeniu oraz płaszczu.
- *absorpcja* - pochłanianie energii przez cząstki światłowodu - zależna jest od sposobu domieszkowania rdzenia w procesie produkcji; problem stanowią głównie: chrom, miedź, żelazo, a zwłaszcza jony OH⁻ wytrącające się w rdzeniu na skutek działania wilgoci.
- *rozproszenie Raileigha* - polega na rozproszeniu impulsu światła we wszystkich kierunkach, powstałym na skutek napotkania niejednorodności współczynnika załamania światła w rdzeniu.



O rozłożeniu okien w transmisji światłowodowej zdecydowało tłumienie wynikające ze strat falowodowych, absorpcji i rozproszenia Rayleigha

TŁUMIENIE WŁÓKIEN

Poszczególne okna wykorzystywane są przy różnych technikach transmisji, np. technika zwielokrotnienia falowego DWDM wykorzystuje głównie trzecie oraz czwarte okno.

Dodać należy, że dzięki postępowi technologicznemu w procesie produkcji światłowodów udało się zredukować wpływ jonów OH⁻ na transmisję w okolicach długości fali 1400 nm (włókna G.652D). To z kolei doprowadziło do wyznaczenia kolejnego, piątego okna transmisyjnego.

CZĘSTOTLIWOŚĆ ZNORMALIZOWANA ŚWIATŁOWODU

W teorii charakterystyka modowa światłowodu zależy od 3 czynników: średnicy rdzenia, długości przesyłanej fali, współczynników załamania światła rdzenia i płaszczka.

Częstotliwość znormalizowana światłowodu:

$$V = \frac{\pi d}{\lambda} \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

d – średnica rdzenia

λ – długość fali optycznej

n – współczynniki załamania fali
płaszczka i rdzenia

$$V < 2,405$$

**ŚWIATŁOWÓD
JEDNOMODOWY**

$$V > 2,405$$

**ŚWIATŁOWÓD
WIELOMODOWY**

STANDARDY WŁÓKIEN

ŚWIATŁOWODY

JEDNOMODOWE

G.652 (A, B, C, D)

G653

G.655

G.656

G.657 (A1, A2, B1, B2)

WIELOMODOWE

OM1

OM2

OM3 (SL, XL)

GIGA

GIGA XL

Organizacją zajmującą się standaryzacją zagadnień związanych między innymi z techniką światłowodową jest

IEC (International Electrotechnical Commission).

Dla światłowodów jednomodowych bardziej powszechnymi są nazwy stosowane przez kolejną międzynarodową organizację:

ITU (International Telecommunication Union).

CO WNOSI ROZPORZĄDZENIE?



DZIENNIK USTAW RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

Warszawa, dnia 22 listopada 2012 r.

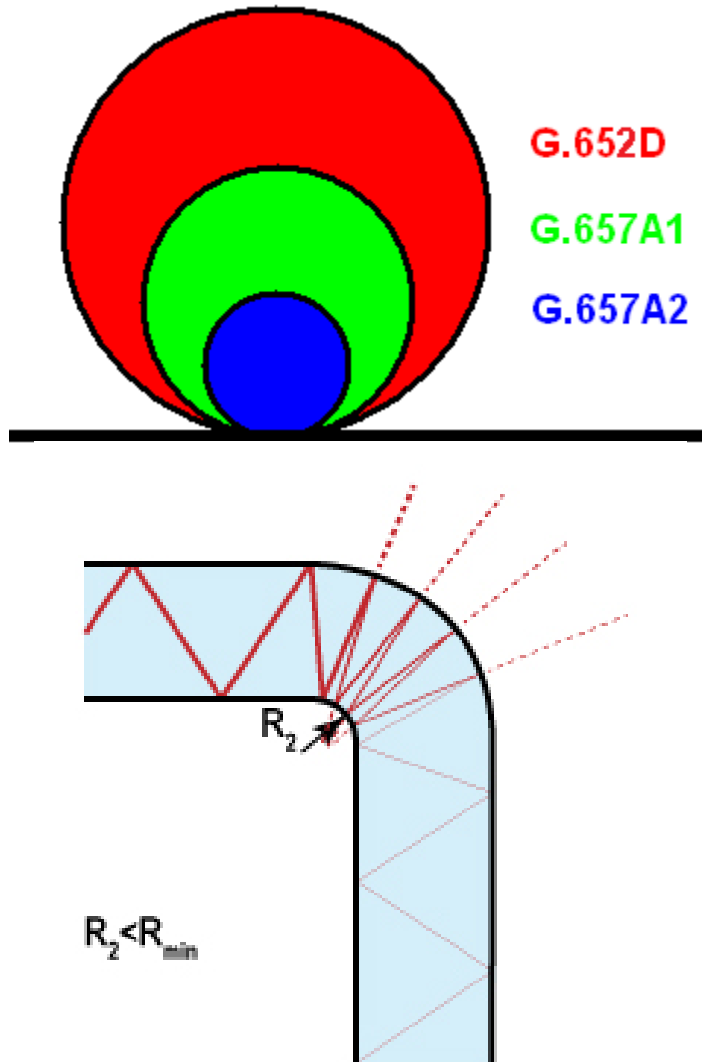
Poz. 1289

**ROZPORZĄDZENIE
MINISTRA TRANSPORTU, BUDOWNICTWA I GOSPODARKI MORSKIEJ¹⁾**

z dnia 6 listopada 2012 r.

**zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki
i ich usytuowanie²⁾**

STANDARDY WŁÓKIEN



Promień zgięcia (mm)	Ilość zgięć x	Długość fali (nm)	TYP WŁÓKNA		
			G.652.D	G.657.A1	G.657.A2
30	100	1550			
30	100	1625	0.1		
15	10	1550		0.25	0.03
15	10	1625		1	0.1
10	1	1550		0.75	0.1
10	1	1625		1.5	0.2
7.5	1	1550			0.5
7.5	1	1625			1
5	1	1550			
5	1	1625			

PROMIENŃ GIĘCIA WŁÓKNA ≠ PROMIENŃ GIĘCIA KABLA

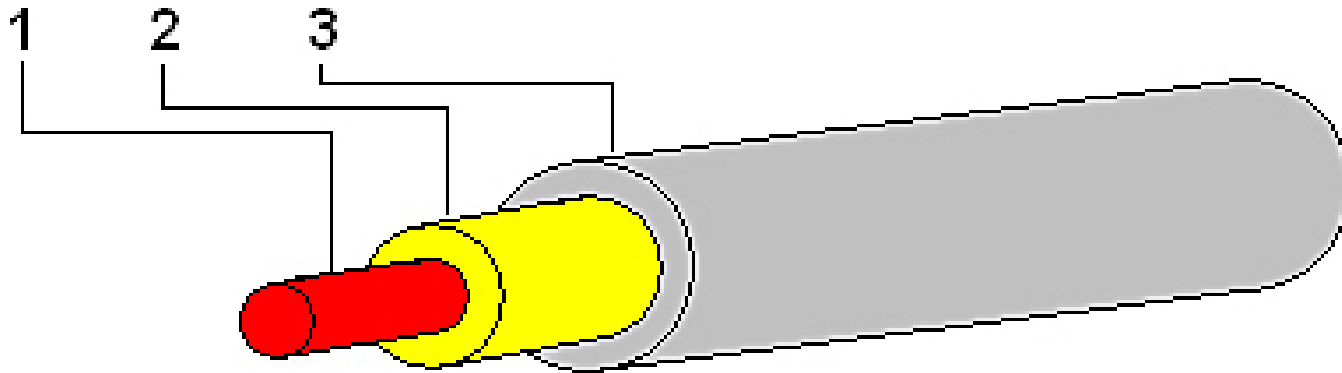
Jak możemy połączyć ze sobą dwa światłowody nie zakończone złączem?

- ➔ Spawanie termiczne
- ➔ Wklejanie złącz
- ➔ Spawy mechaniczne
- ➔ Złącza mechaniczne

Łączymy ze sobą światłowody o tej samej średnicy rdzenia!!!

BUDOWA ŚWIATŁOWODU

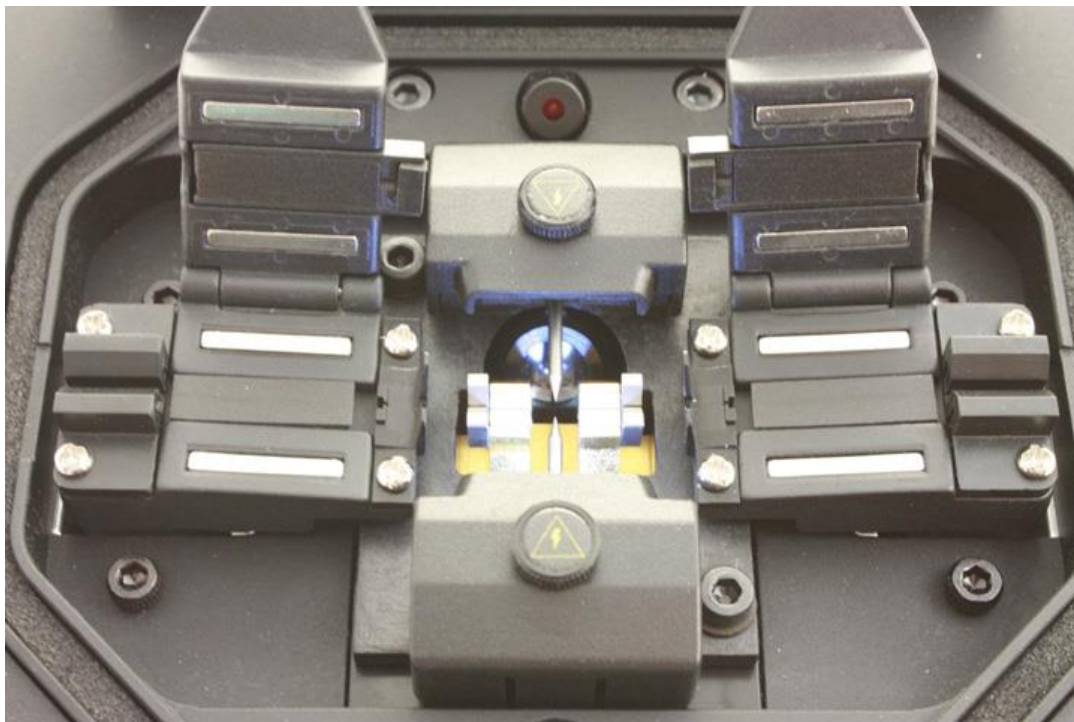
Przypomnijmy budowę każdego światłowodu:



1. Rdzeń – $9\mu\text{m}$, $50\mu\text{m}$ lub $62,5\mu\text{m}$
2. Płaszcz – $125\mu\text{m}$
3. Bufor – $250\mu\text{m}$ lub $900\mu\text{m}$

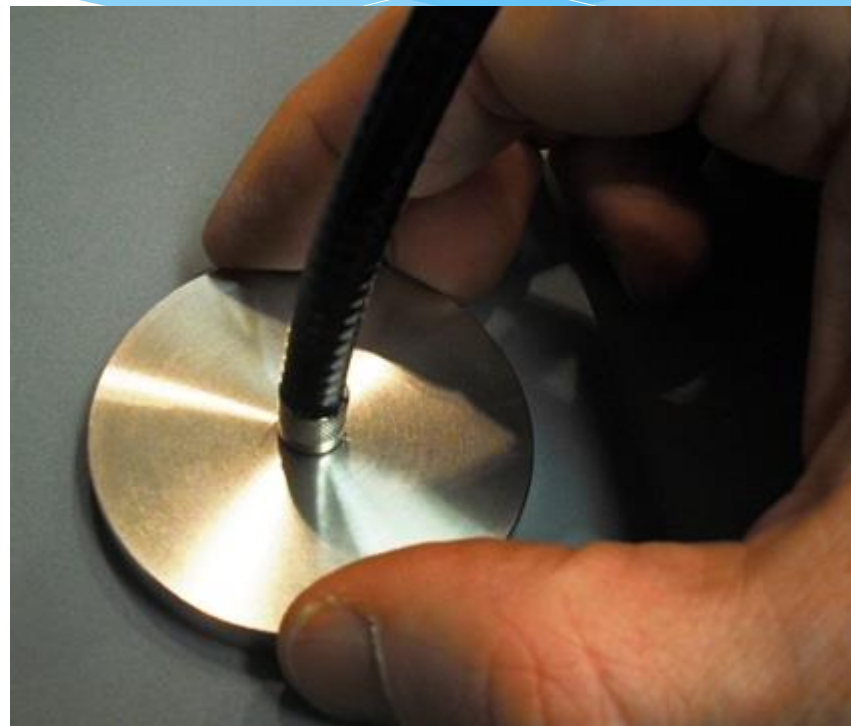
SPAWANIE TERMICZNE

Spawanie termiczne to metoda polegająca na zgrzaniu ze sobą w wysokiej temperaturze dwóch włókien z wykorzystaniem tzw. spawarki światłowodowej (łukowej).



WKLEJANIE ZŁĄCZ

Metoda wklejania złącz polega na przygotowaniu włókna (zdjęciu odpowiednich powłok), naniesieniu kleju oraz nałożeniu na niego złącza. Po wyschnięciu kleju końcówkę włókna wraz z ferrulą złącza należy spolerować.

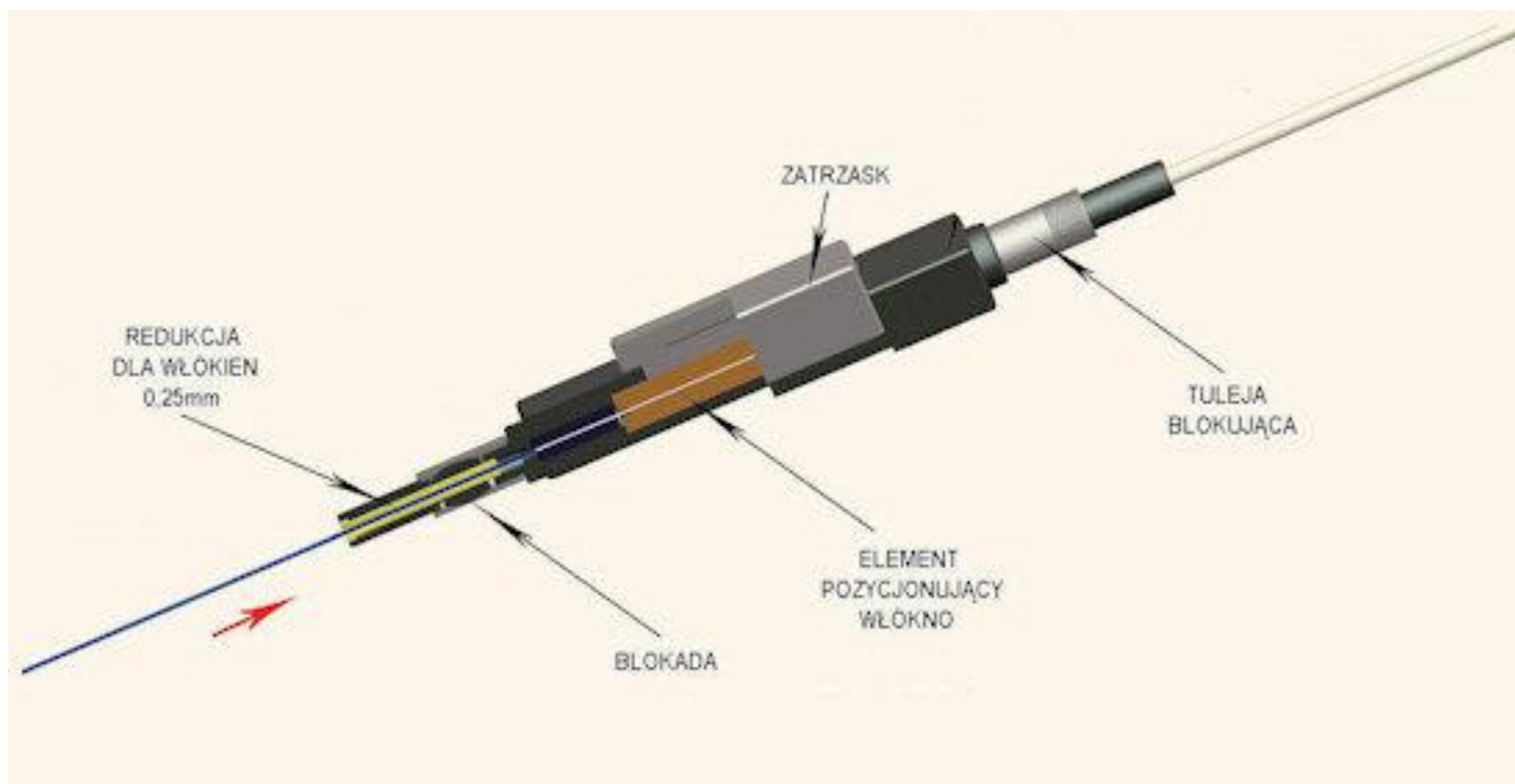


Metoda ta jest bardzo czasochłonna oraz słabo powtarzalna. Przy obecnych możliwościach traktowana być może jako relikw przeszłości.

SPAWY I ZŁĄCZA MECHANICZNE

Mechaniczne łączenie światłowodów to nowoczesna metoda pozwalająca zaoszczędzić czas i pieniądze. Polega na przygotowaniu włókien, które następnie umieszcza się w specjalnej, odpowiednio skonstruowanej obudowie, gdzie ich rdzeń zostaje precyzyjnie pozycjonowany względem siebie.

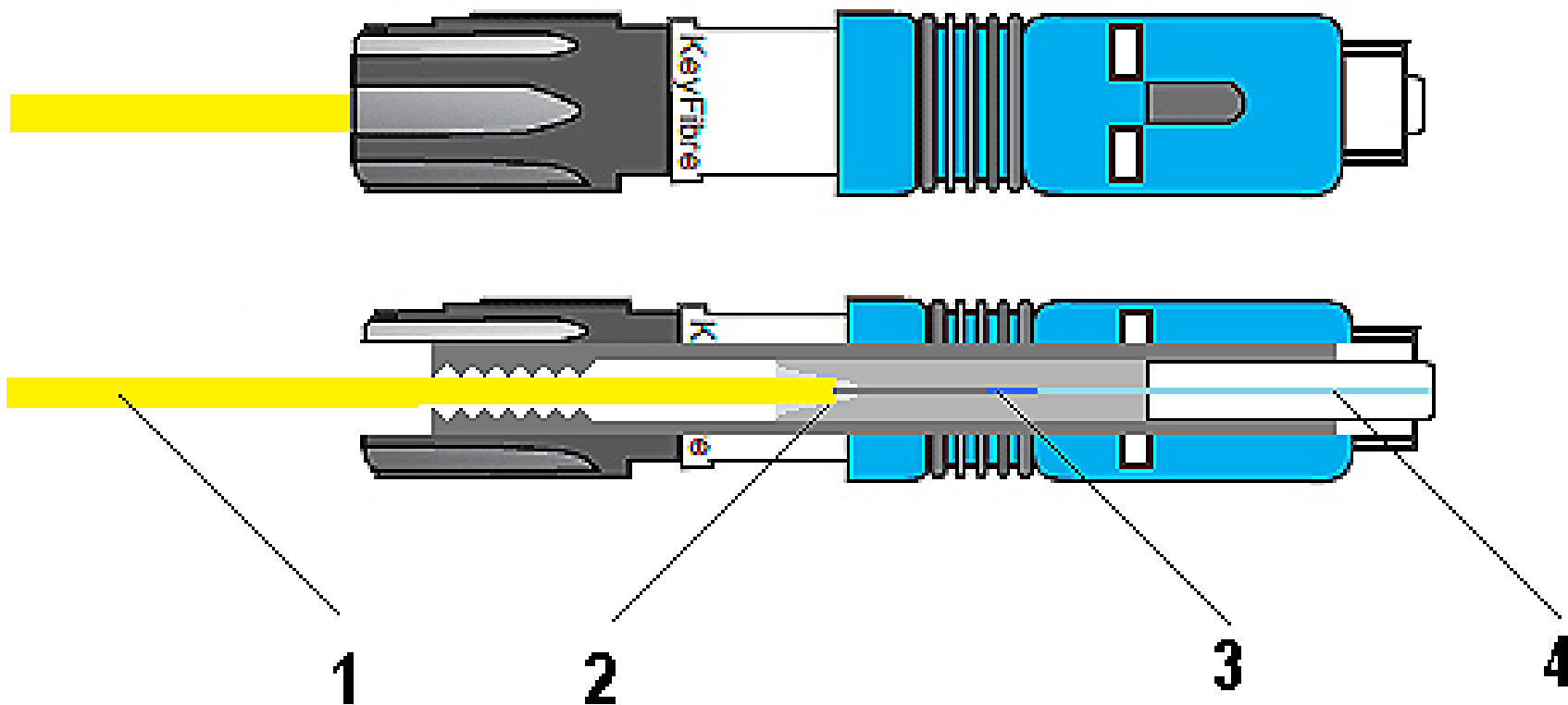
Spawy i złącza mechaniczne są połączeniami rozłącznymi.



SPAWY I ZŁĄCZA MECHANICZNE

Złącze mechaniczne można traktować jako spaw mechaniczny, w którym zostało już wprowadzone jedno z włókien.

Złącza mechaniczne są dedykowane do konkretnych rodzajów włókien. Spawy mechaniczne są uniwersalne.

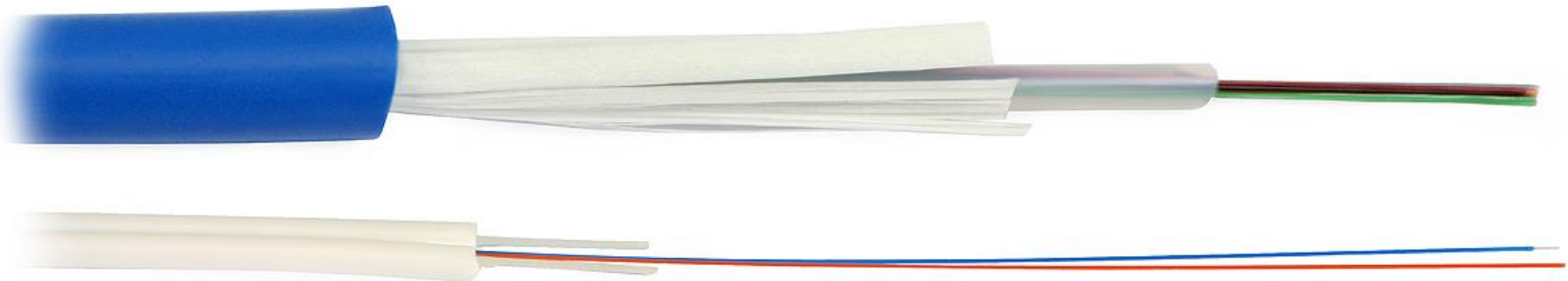


DOBÓR KABLA DO INSTALACJI

Jakie włókno i jaki kabel będzie odpowiedni do instalacji?

Okablowanie wewnętrzne to:

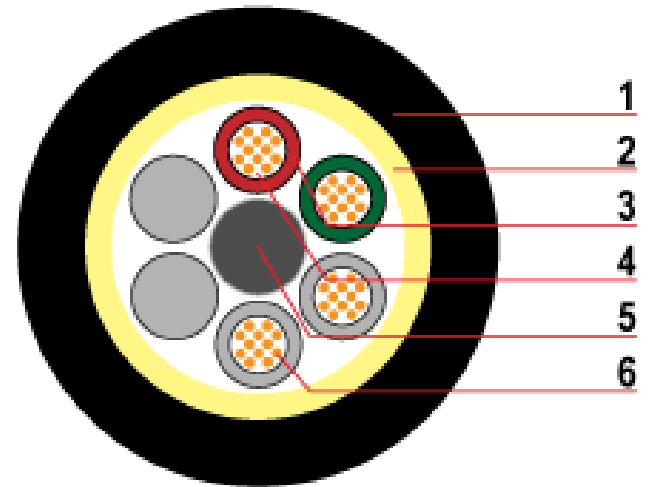
- kable wewnętrzne typu duplex,
- kable wewnętrzne dystrybucyjne,
- kable „płaskie” wewnętrzne,
- kable uniwersalne.



DOBÓR KABLA DO INSTALACJI

Okablowanie zewnętrzne to:

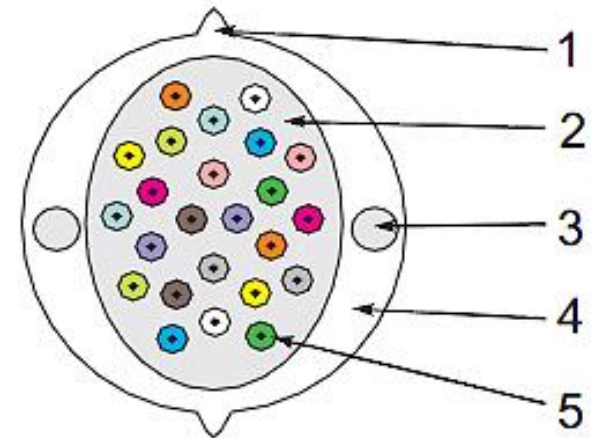
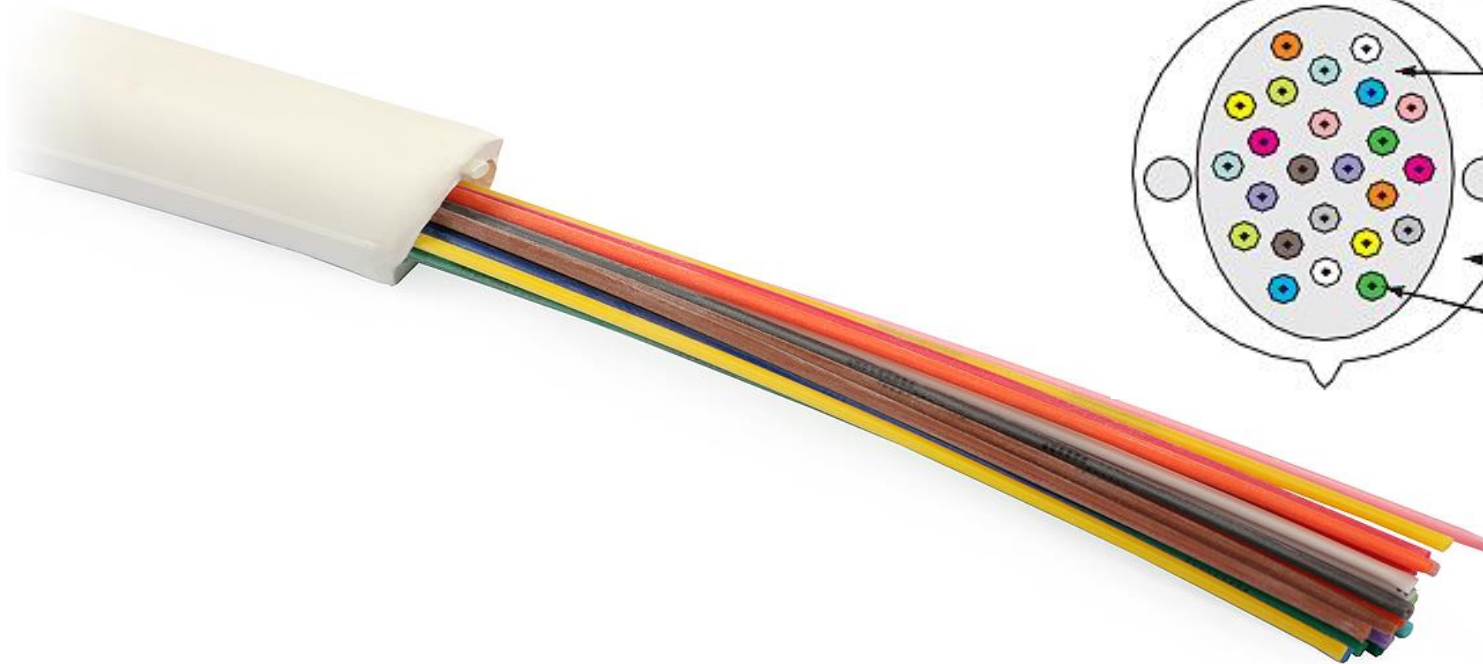
- kable zewnętrzne jednotubowe,
- kable zewnętrzne wielotubowe,
- kable uniwersalne.



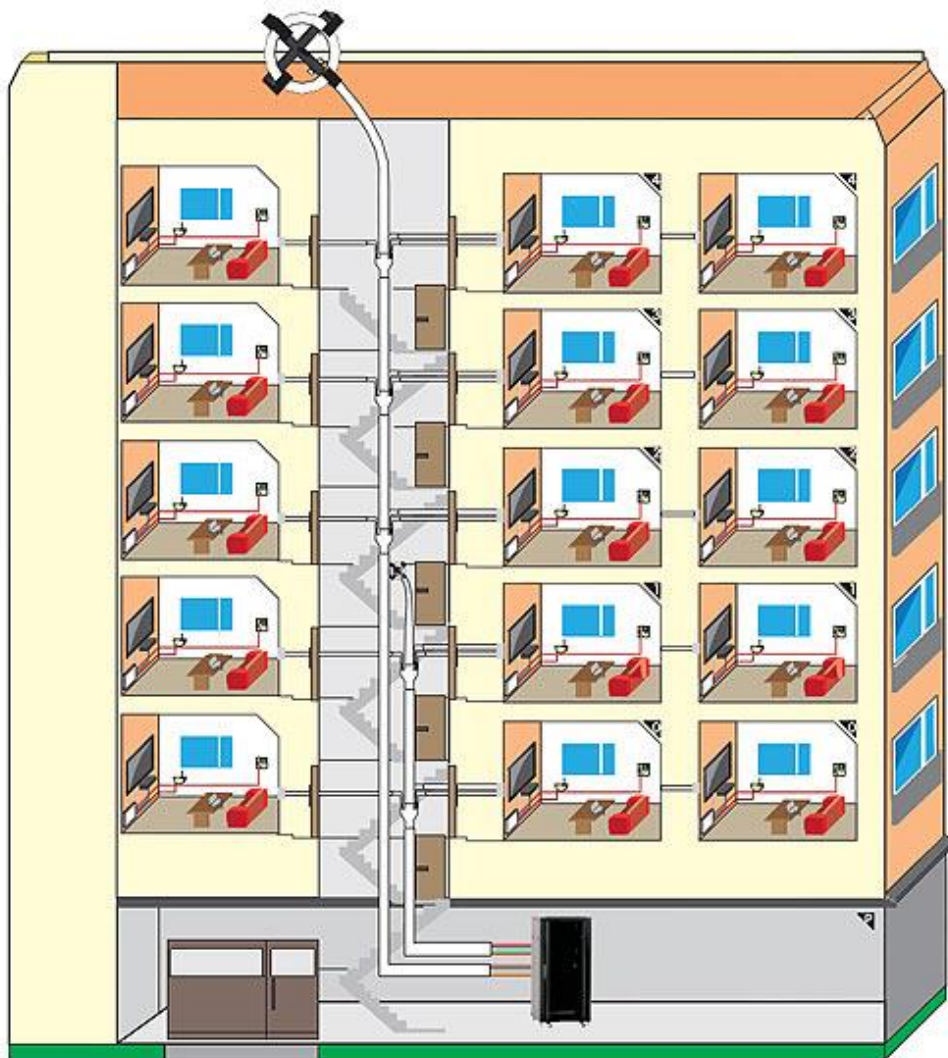
DOBÓR KABLA DO INSTALACJI

KABEL ŁATWEGO DOSTĘPU:

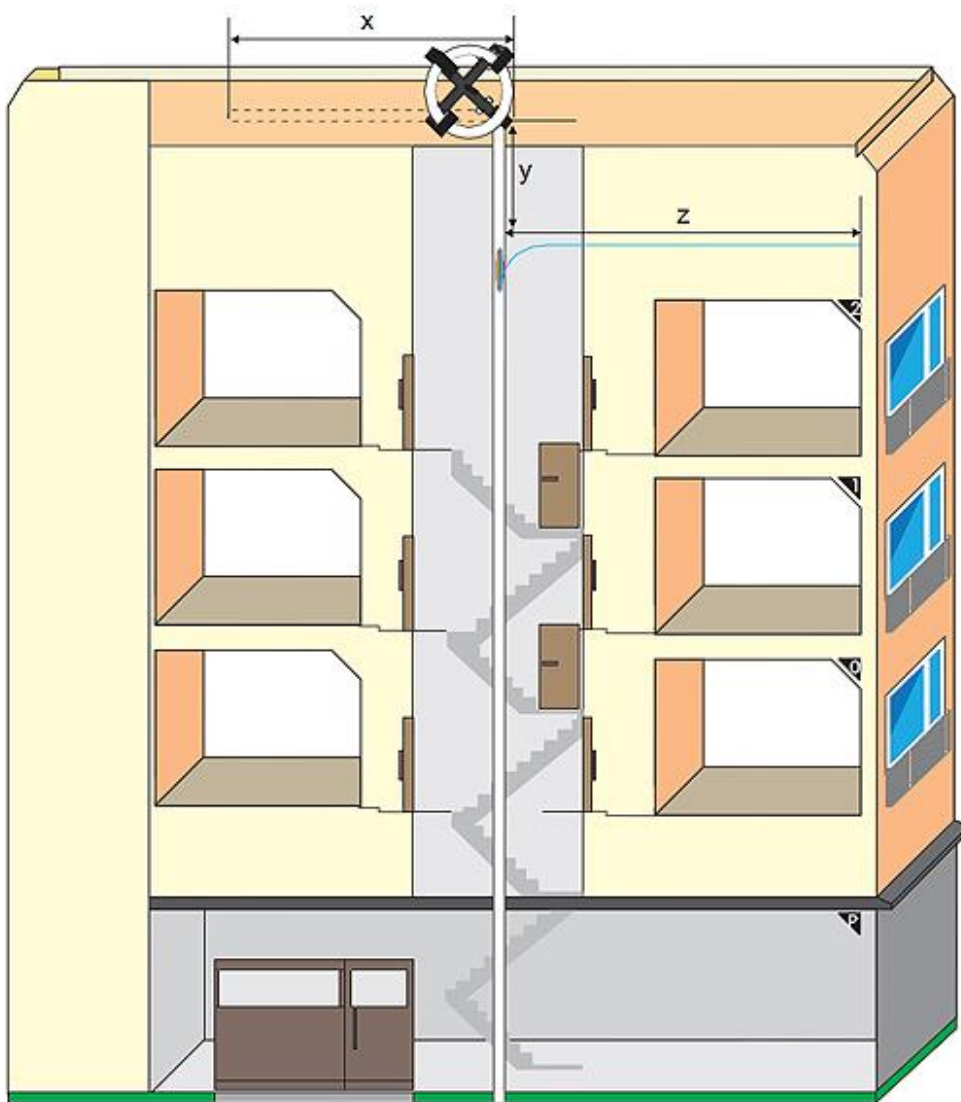
- wzmocnienie z 2 prętów aramidowych,
- konstrukcja umożliwiająca wycinanie okna i łatwy dostęp do włókien bez ich uszkodzenia,
- możliwość wyciągnięcia włókna do 30 metrów,
- włókna światłowodowe jednomodowe w standardzie G.657.A2,
- powłoka LSZH,



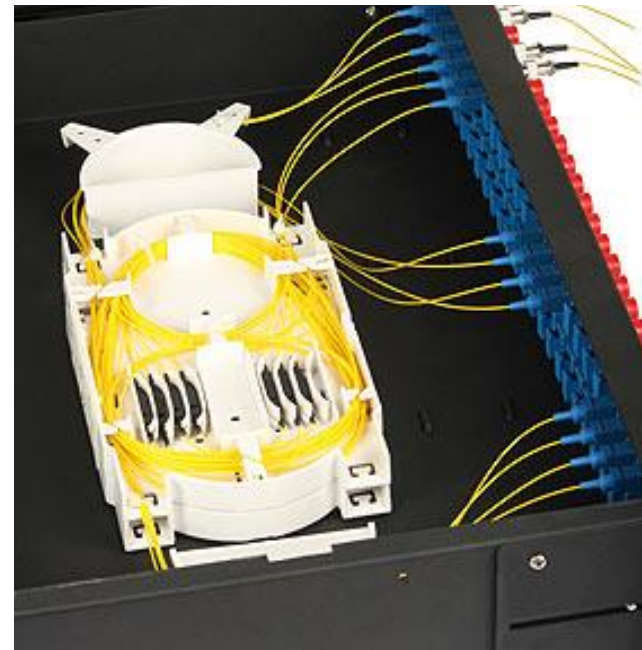
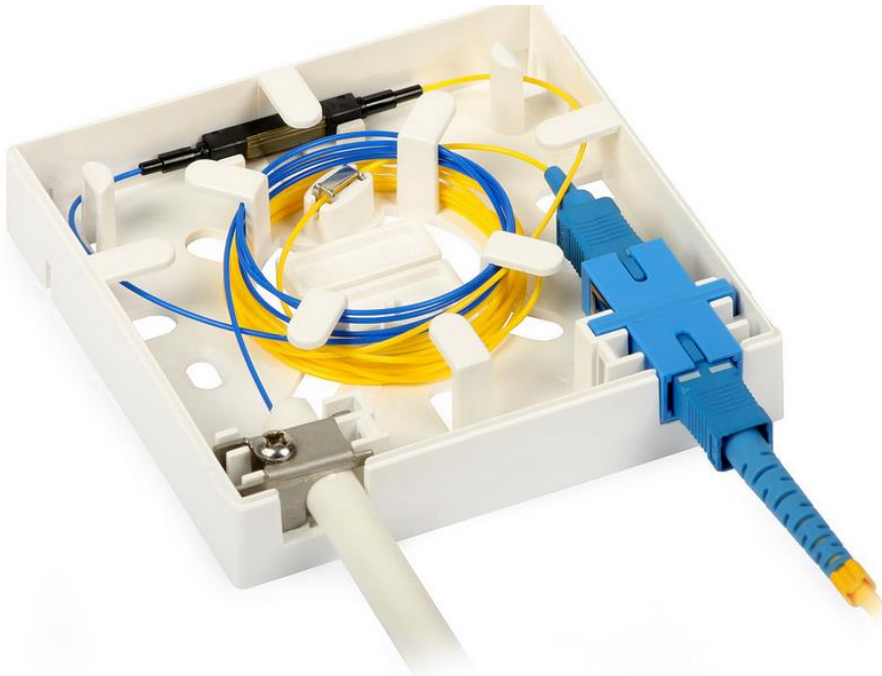
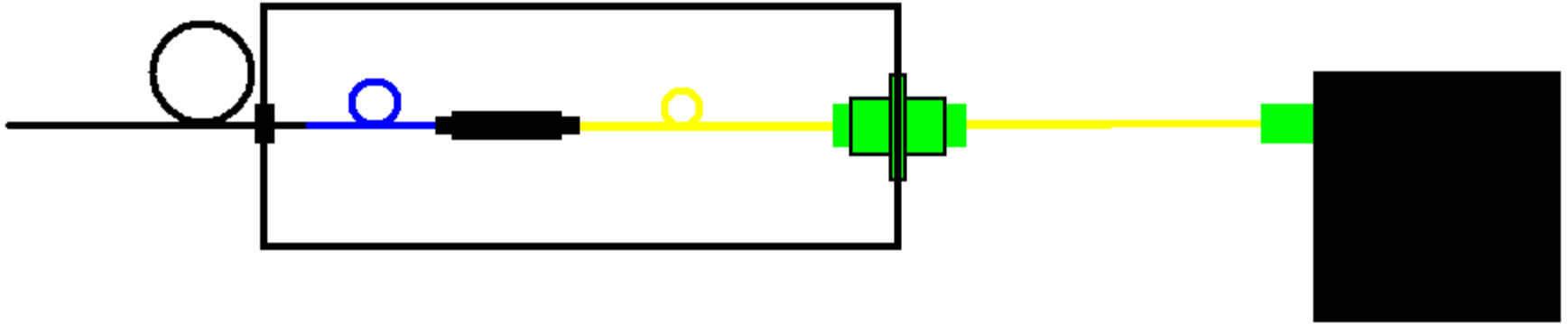
KABEL ŁATWEGO DOSTĘPU



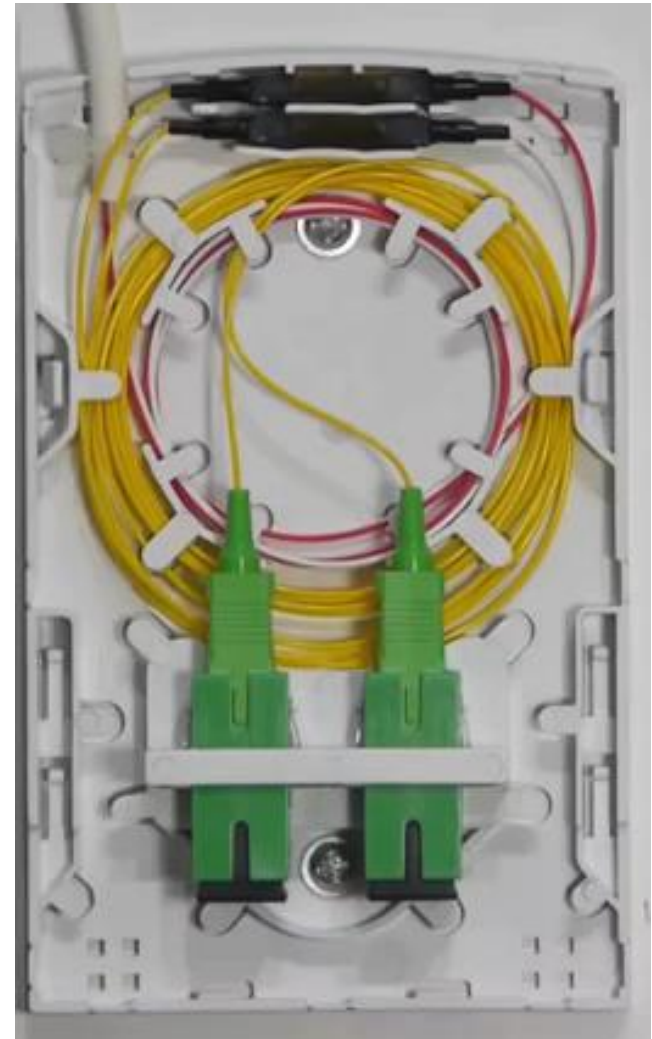
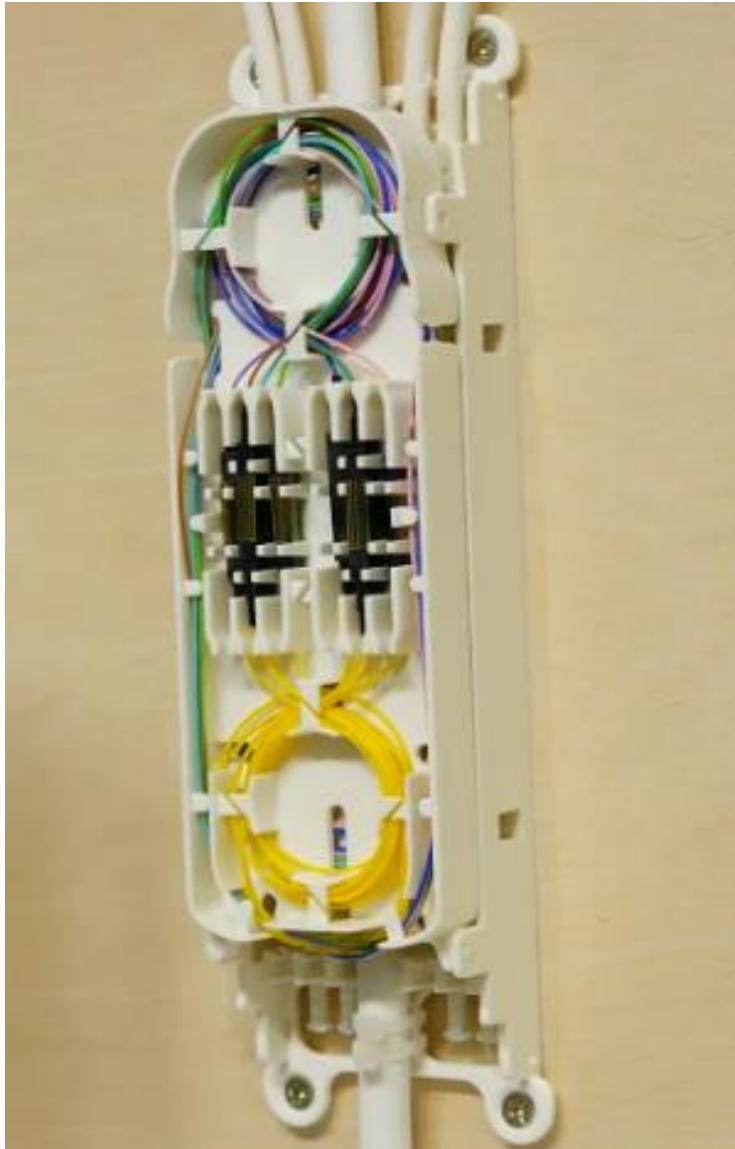
KABEL ŁATWEGO DOSTĘPU



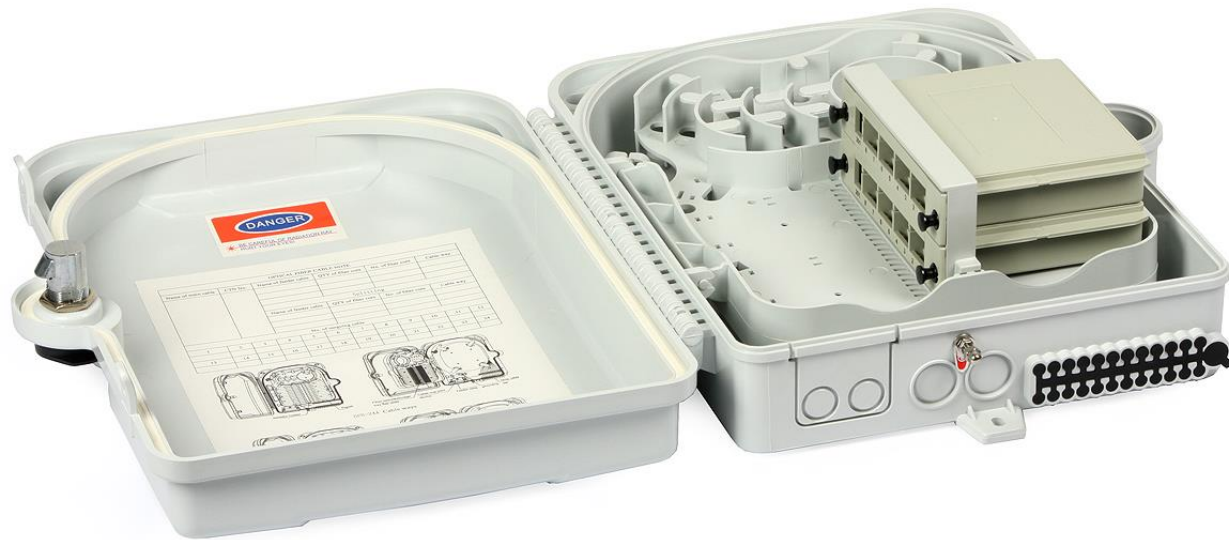
ZAKOŃCZENIE WŁÓKNA W PUSZCE ABONENCKIEJ



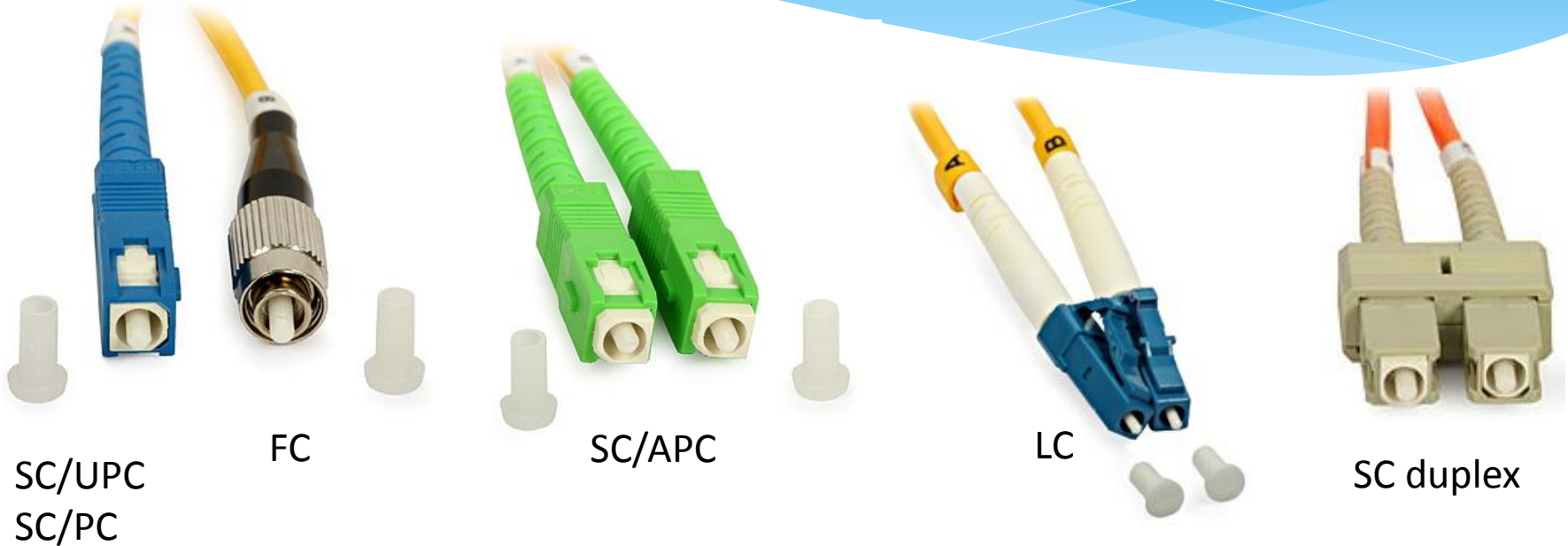
ZAKOŃCZENIE WŁÓKNA W PUSZCE ABONENCKIEJ



INNE RODZAJE PUSZEK



ZŁĄCZA ŚWIATŁOWODOWE



PC (Physical Contact) – czoło ferruli płaskie
APC (Angled Physical Contact) – czoło ferruli ukośne

ROZPORZĄDZENIE MINISTRA TRANSPORTU, BUDOWNICTWA I GOSPODARKI MORSKIEJ
(...) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki precyzuje
rodzaj stosowanych złączy: **SC/APC**.

ZŁĄCZA ŚWIATŁOWODOWE

FC

Złącza FC są zaprojektowane dla aplikacji telekomunikacyjnych, gdzie wymagane jest stałe i pewne połączenie. Gwintowane zakończenie zapewnia niezawodność połączeń pomimo wielokrotnego przełączania. Zastosowana w złączu ferrula typu PC (z kontaktem fizycznym bez przerwy powietrznej) minimalizuje odbicie wsteczne. Ferrule wykonywane są z dwutlenku cyrkonu lub stopów nierdzewnej stali.

Własności:

- Gwintowany sposób mocowania zwiększający bezpieczeństwo połączenia
- Zastosowanie klucza przeciwdziałającego niepożądanym obrotom ferruli wewnątrz wtyku
- Dostępne w wersji wielomodowej i jednomodowej



ZŁĄCZA ŚWIATŁOWODOWE

ST

W złączu ST wykorzystano bagnetowy zamek obrotowy z ferrulą o średnicy 2,5mm opracowane przez laboratoria AT&T. Złącza dostępne są w wersji jedno i wielomodowej, zapewniają solidność i trwałość wykonanych połączeń. Kształt konektora ST umożliwia pewne mocowanie kabla wraz z Kevlarem® zapobiegając jego wysuwaniu się ze złącza.

Własności:

- Prosty i szybki sposób mocowania złącza światłowodowego
- Zgodność wtyku z gniazdem typu Bayonet wyposażonym w metalową sprężynę
- Dostępne w wersji wielomodowej i jednomodowej



ZŁĄCZA ŚWIATŁOWODOWE

SC

Typ SC to złącze zatrzaskowe z ferrulą samocentrującą wykonaną z dwutlenku cyrkonu o średnicy 2,5mm. Dostępne w wersjach pojedynczej (simplex) i podwójnej (duplex). Kształt złącza umożliwia łączenie typu „push-pull”, dzięki czemu możliwy jest szybki i pewny montaż w przełącznicach ściennych i standardu 19”. Plastikowy łącznik umożliwia integrację dwóch złączy tworząc typ duplex.

Własności:

- Niska waga wtyku SC
- Wygoda i pewność połączenia złączy światłowodowych dzięki zastosowaniu mechanizmu zatrzaskowego
- Wymiary otworów w panelu identyczne jak dla standardu E2000
- Adaptery światłowodowe montowane w panelach na dwóch śrubach lub na zatrzask
- Dostępne w wersji wielomodowej i jednomodowej



ZŁĄCZA ŚWIATŁOWODOWE

LC

Zastosowany w nim system blokady zatraskowej zabezpiecza połączenie przed przypadkowym wyciągnięciem złącza. Dzięki małym rozmiarom konektor ma zastosowanie w miejscach dużego zagęszczenia pól przełączeniowych. Dostępne w wersjach simplex i duplex, zaopatrzone w ceramiczną ferrulę o średnicy 1,25mm.

Własności:

- Wygoda i pewność połączenia złączy światłowodowych dzięki zastosowaniu mechanizmu zatraskowego
- Małe wymiary złącza światłowodowego pozwalające na uzyskanie dużej gęstości upakowania
- Koncepcja oparta na ferruli 1,25mm
- Dostępne w wersji wielomodowej i jednomodowej



ZŁĄCZA ŚWIATŁOWODOWE

E2000

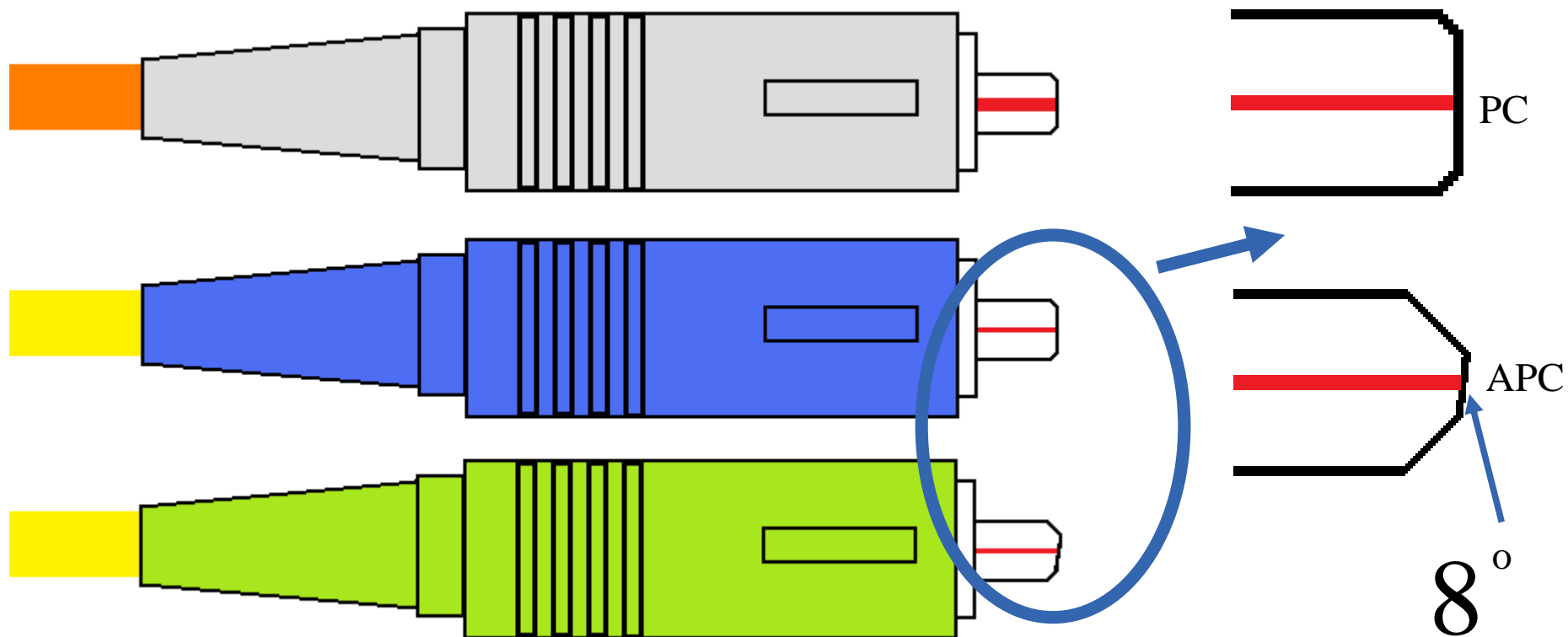
Złącze E2000 do zaczeptu wykorzystuje system blokady zatraskowej. Zaletą złącza jest wyposażenie w zapadkę ochronną zapobiegającą rozłączeniu a jednocześnie umożliwiającą wygodny montaż i demontaż.

Własności:

- Łatwa instalacja złącza światłowodowego w panelu typu "push&pull" dająca gwarancje symetryczności połączenia
- Adaptery światłowodowe montowane w panelach na dwóch śrubach lub na zatrask
- Automatyczne zamknięcie czoła złącza światłowodowego chroniące wzrok oraz zapobiegające zabrudzeniu ferul
- Możliwość kodowania kolorem złączy światłowodowych i ramek,
- Długie prowadnice złącza światłowodowego w adapterze
- Dostępne w wersji wielomodowej i jednomodowej



APC vs UPC (PC)

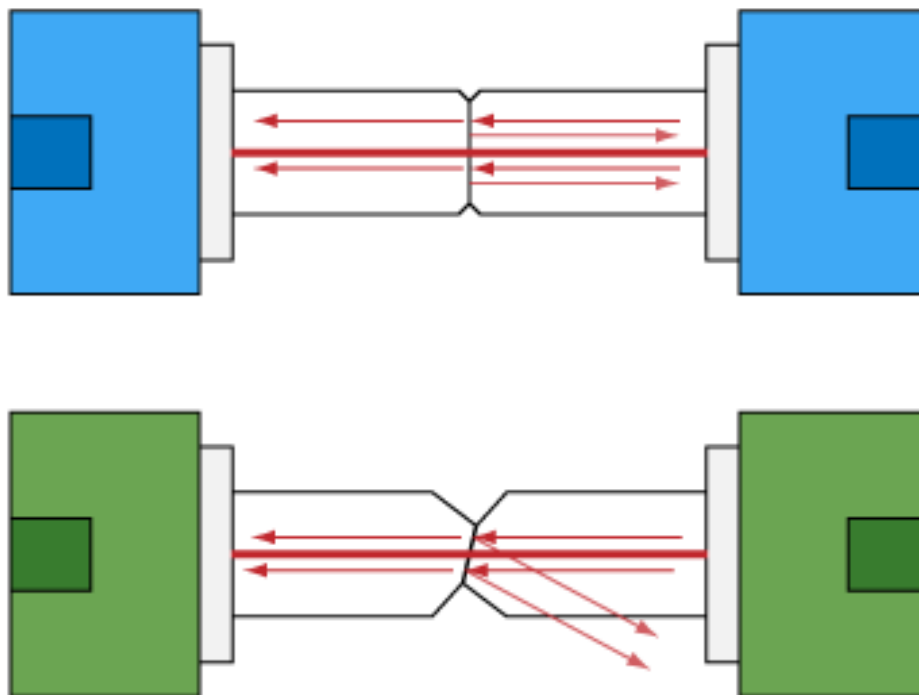


PC (Physical Contact) – czoło ferruli płaskie

APC (Angled Physical Contact) – czoło ferruli ukośne

SC APC vs SC UPC

Stosowanie złącz APC ma na celu obniżenie zjawiska refleksji.



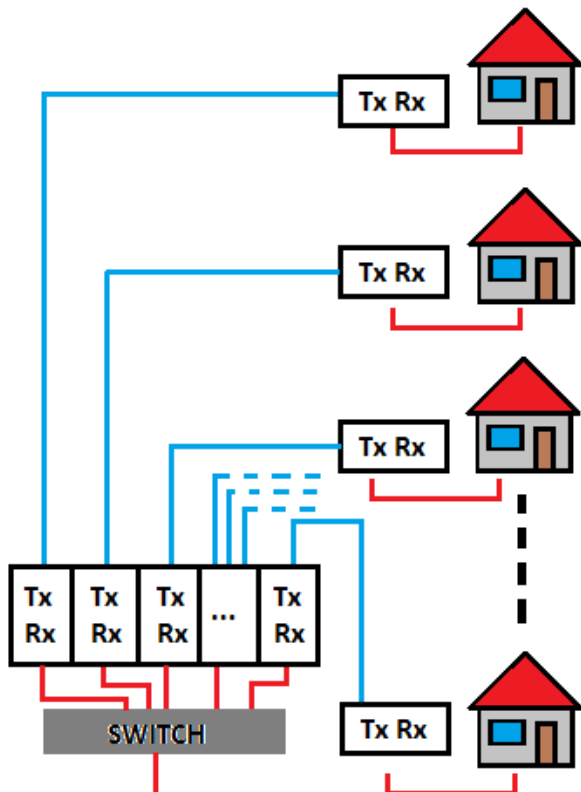


Po co nam światłowód w domach?

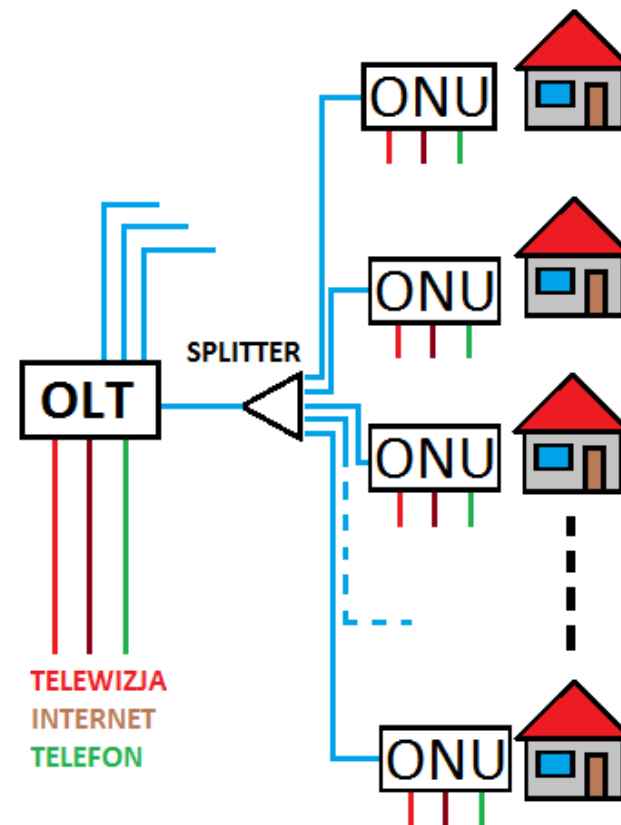
Co ustawodawca miał na myśli?
Do czego będziemy mogli wykorzystać
światłowody?

SIEĆ AKTYWNA vs SIEĆ PASYWNA

SIEĆ AKTYWNA – PUNKT PUNKT

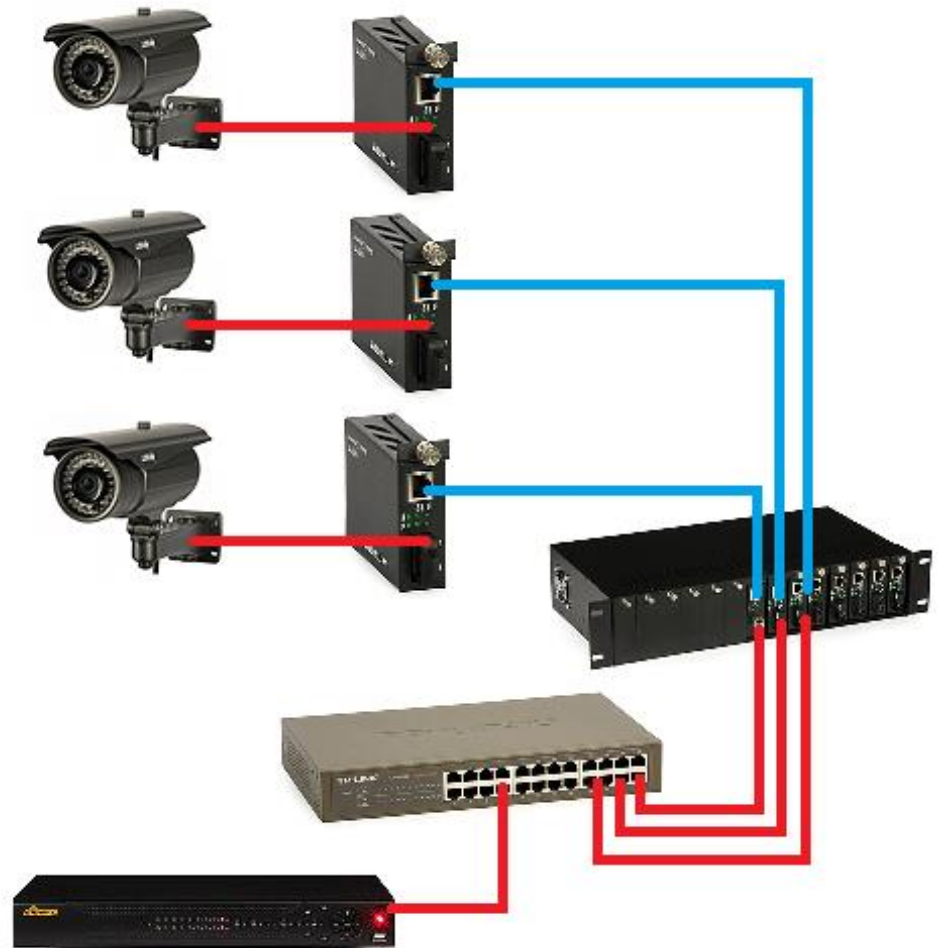
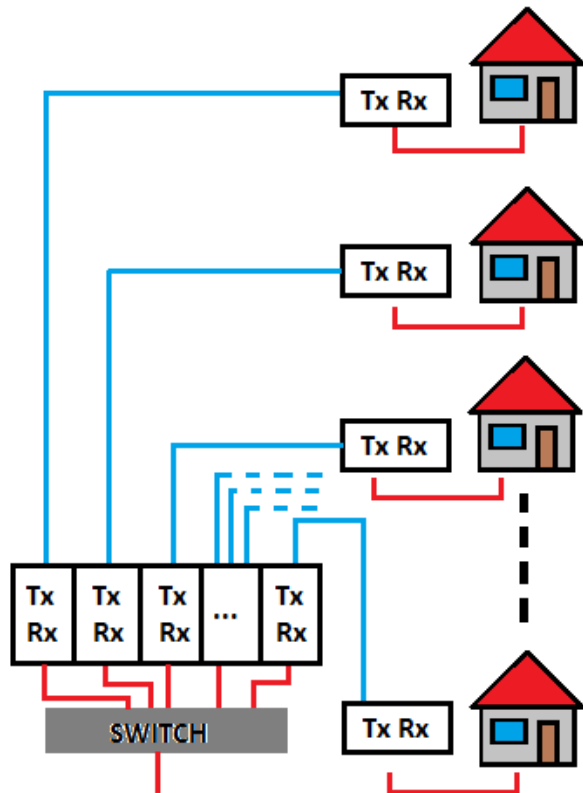


SIEĆ PASYWNA – PUNKT WIELOPUNKT

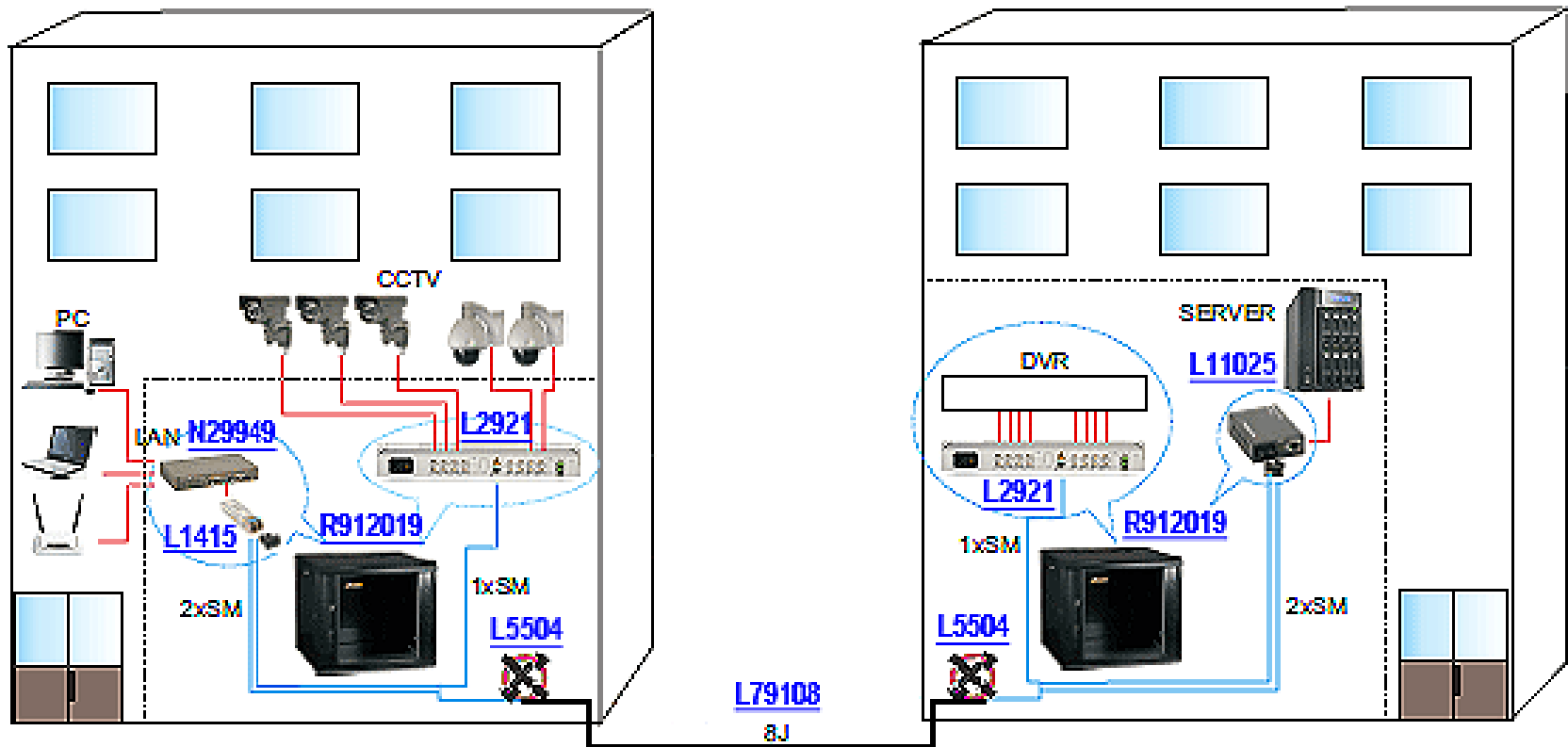


SIEĆ AKTYWNA

SIEĆ AKTYWNA – PUNKT PUNKT

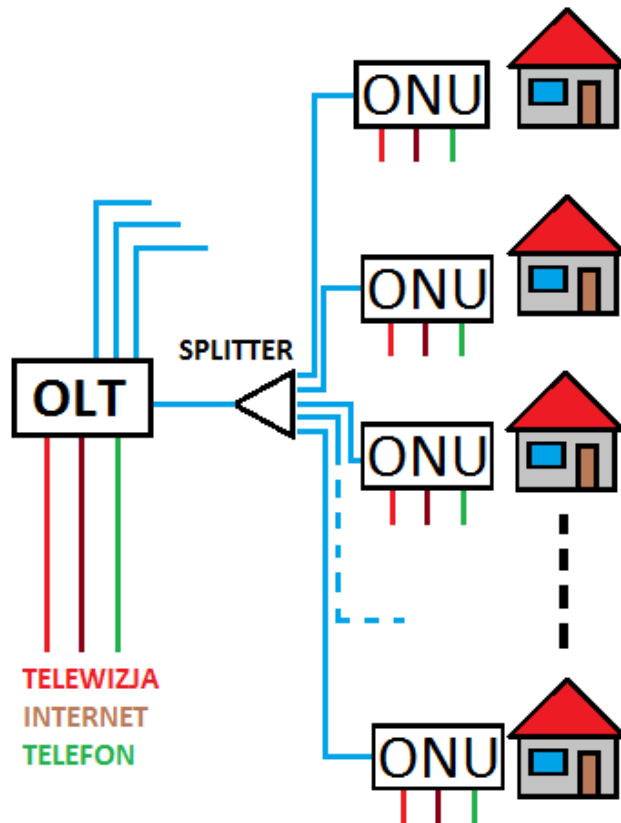


SIEĆ AKTYWNA



SIEĆ PASYWNA

SIEĆ PASYWNA – PUNKT WIELOPUNKT



Sieci pasywne to, między innymi:

- **GPON** (D: 2,4Gbps U: 1,2Gbps, 32 lub 64 ONT na światłowod),
- **(G)EPON** (łącze symetryczne 1,25/1,25Gbps),
- **10G-EPON** (asymetryczny 10Gbps/1Gbps lub symetryczny 10/10Gbps)

GPON, 10GEPON są zgodne z normami odpowiednio **IEEE 802.3ah** i **IEEE 802.3av**.

GPON jest zgodny ze specyfikacją **ITU-T G.984**.

Sieci pasywne wykorzystują fale o długości:

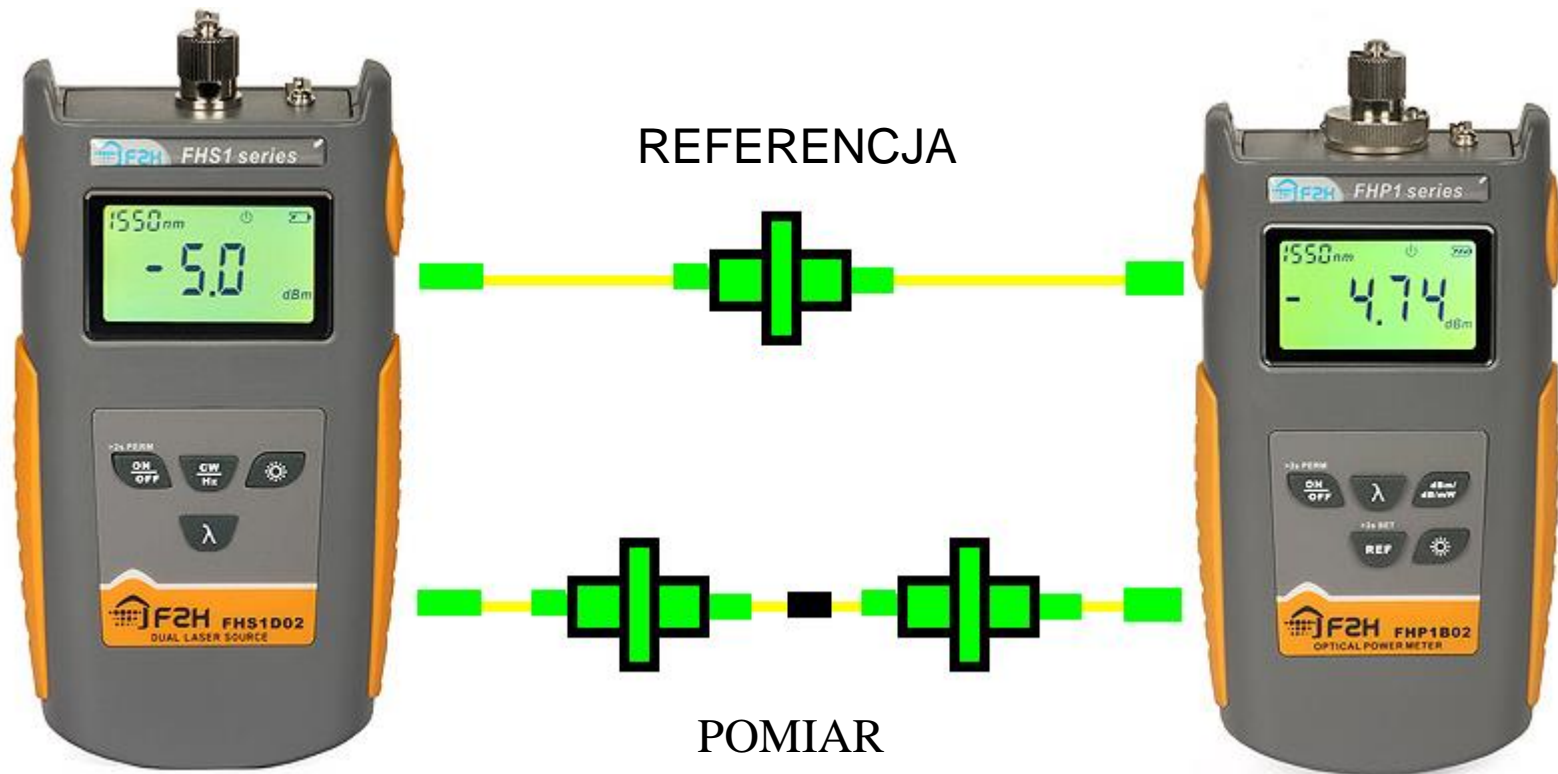
~1310 nm - ONU → OLT

~1490 nm - OLT → ONU

Przyjęto, że fala 1550 nm może zostać wykorzystana na potrzeby RF Overlay (analogowy przesył wideo)

POMIAR TŁUMIENIA TORU OPTYCZNEGO

Do przeprowadzenia wiarygodnego pomiaru konieczny jest nie tylko miernik, ale także stabilne źródło światła (o stałej mocy).



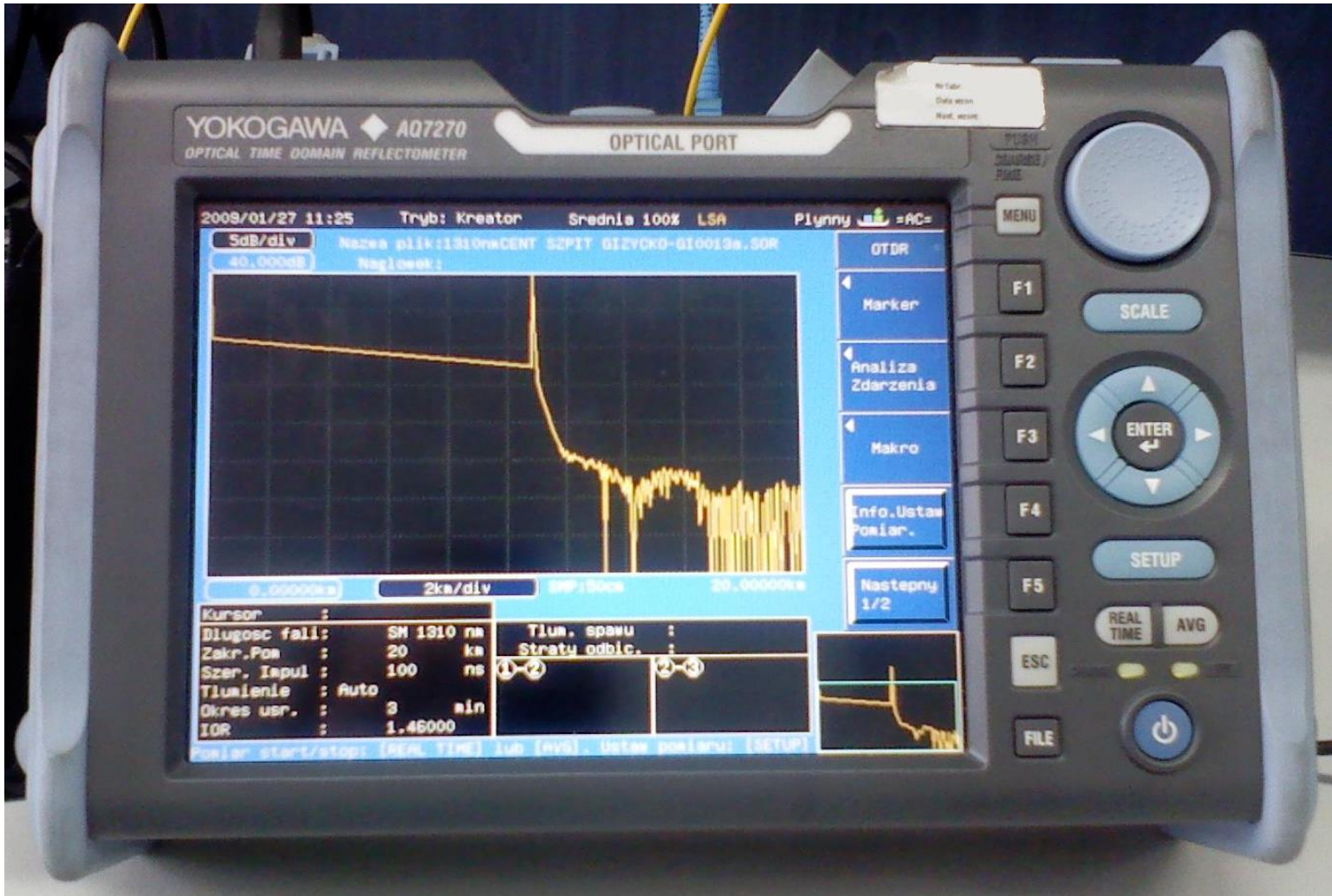
Pomiaru dokonujemy dla danej długości fali!

INNE METODY SPRAWDZANIA ŚWIATŁOWODÓW



INNE METODY OCENY TŁUMIENIA



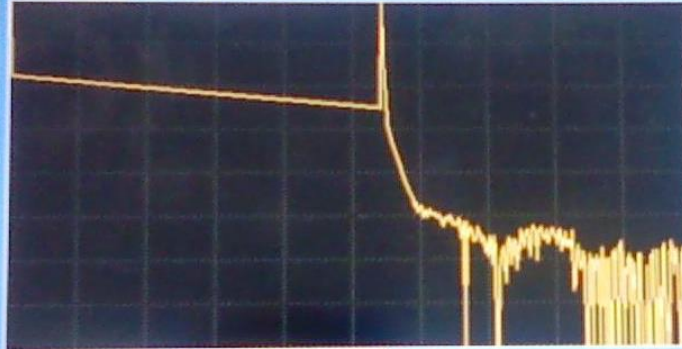


YOKOGAWA AQ7270
OPTICAL TIME DOMAIN REFLECTOMETER

OPTICAL PORT

2009/01/27 11:25 Tryb: Kreator Srednia 100% LSA Plynny =AC=

SdB/div Nazwa plik:1310nwCENT SZPIT GIZYCKO-GI0013a.SDR
40,000dB Naglowek:



Kursor :			
Diugosc fali :	SM 1310 nm	Tlum. spawu :	
Zakr. Pom :	20 ka	Straty odbic. :	
Szer. Impul :	100 ns		
Tlumienie :	Auto		
Okres usr. :	3 min		
IOR :	1.46000		

Pomiar start/stop: [REAL TIME] lub [inv]. ustaw pomiaru [SETUP]

- OTDR
- Marker
- Analiza Zdarzenia
- Makro
- Info.Ustaw Pomiar.
- Nastepny 1/2

- MENU
- F1
- F2
- F3
- F4
- F5
- ESC
- FILE
- SCALE
- ENTER
- SETUP
- REAL TIME
- AVG
- Power

Reflektometr – elektroniczny przyrząd pomiarowy służący głównie do pomiarów długości i tłumienności przewodów miedzianych oraz włókien światłowodowych, stosowanych w torach telekomunikacyjnych.

Pomiary reflektometryczne włókien światłowodowych

Pomiary reflektometryczne (lub inaczej pomiary światłowodowe) wykonujemy za pomocą reflektometrów (OTDR Optical Time-Domain Reflectometer).

Reflektometry, używane przy budowie i eksploatacji sieci światłowodowych, pozwalają dokonać:

pomiaru tłumienności spójień,

współczynnika odbicia (reflektancji złączy),

wizualizacji rozkładu tłumienia wzdłuż kabla na ekranie reflektometru lub na wydruku dokumentacji pomiaru.

Analiza wykonanych pomiarów telekomunikacyjnych pozwala również na dokładne określenie miejsca wystąpienia defektów kabla – miejsca wystąpienia jego awarii. Dla uśrednienia wyników pomiarów dokonywany jest pomiar dwukierunkowy.

INNE METODY OCENY TŁUMIENIA

Pomiar ODTR reflektometrem polega na porównaniu parametrów impulsu pomiarowego wysyłanego w kierunku przewodu badanego z impulsem powrotnym odbitym od końca przewodu (lub od jego niejednorodności, występujących na przykład w punktach łączenia poszczególnych odcinków). Na podstawie pomiaru czasu potrzebnego na powrót sygnału i charakteru jego zniekształceń można dość precyzyjnie ocenić długość przewodu, jego budowę (stopień jego niejednorodności), tłumienność całkowitą i jednostkową (zwykle mierzona w dB/km) i charakter uszkodzenia (to znaczy czy jest to przerwa, zwarcie, czy zmiana tłumienności spowodowana przykładowo dostaniem się do przewodu wody).

Wysyłany impuls posiada odpowiednio dobieraną szerokość i ustaloną długości fali.

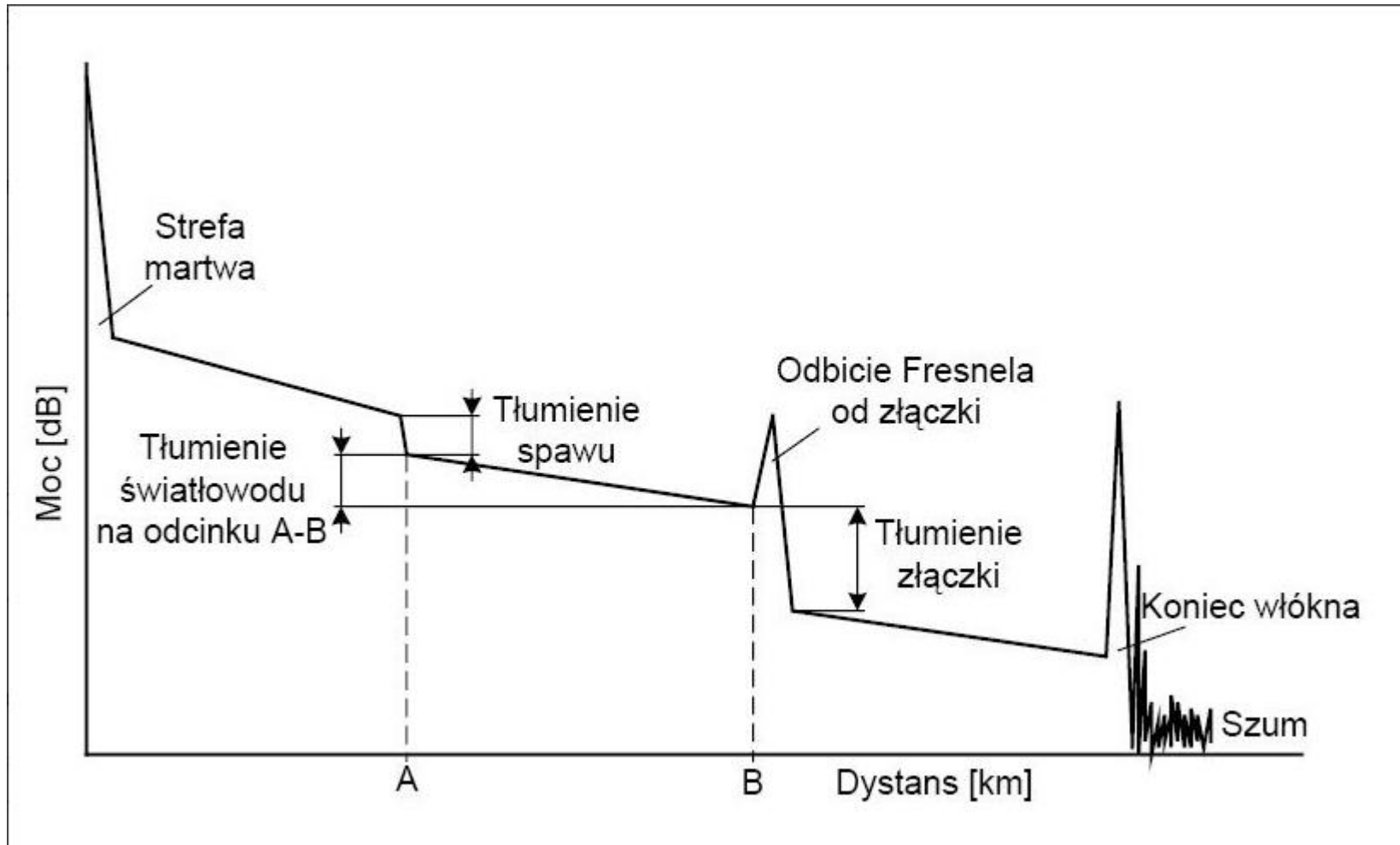
Na podstawie zadanych parametrów OTDR rysuje wykres mocy optycznej (a dokładnie jej spadku) w funkcji odległości. Całość podana jest w skali logarytmicznej.

Podstawowymi wielkościami, mierzonymi przez reflektometr to:

- dystans czyli odległość pomiędzy zdarzeniami
- straty na złączach
- tłumienność jednostkowa włókna
- odbicia (współczynnik odbicia)

INNE METODY OCENY TŁUMIENIA

Rys. Przykładowa krzywa reflektometryczna



Pomiar dyspersji polaryzacyjnej i chromatycznej

Istotnym parametrem transmisyjnym jest pasmo transmisji, którego wartość jest określona przez dyspersję.

W światłowodach jednomodowych rozróżniamy dyspersje chromatyczną i polaryzacyjną.

Pomiary dyspersji polaryzacyjnej PMD oraz dyspersji chromatycznej CD dokonuje się w celu przeprowadzenia badań kwalifikacyjnych linii światłowodowych przeznaczonych do pracy z systemami o przepływnościach od 10Gb/s.



Dyspersja - to zjawisko, występujące w chwili, gdy biegnące w falowodzie fale świetlne nie mają takiej samej długości fali – różnią się one nieznacznie od siebie. W wyniku tych różnic w prędkości poruszania się fal o różnych długościach, fale wysłane jednocześnie nie docierają do odbiornika w tym samym czasie. W rezultacie na wyjściu pojawia się szerszy impuls, który rośnie wraz ze wzrostem długości światłowodu.

Dyspersja chromatyczna - w skład dyspersji chromatycznej wchodzi dwa zjawiska: dyspersja materiałowa i falowa. **Dyspersja materiałowa** powodowana jest zmianą współczynnika załamania szkła kwarcowego w funkcji długości fali. Ponieważ nie istnieje źródło światła ściśle monochromatyczne, gdyż każdy impuls światła składa się z grupy rozproszonych częstotliwości optycznych rozchodzących się z różną prędkością, docierający po przebyciu fragmentu włókna mod charakteryzuje się rozmyciem w czasie. Dyspersja falowodowa jest to zależność efektywnego współczynnika załamania od częstotliwości. **Dyspersja falowodowa** częściowo powodowana jest wędrowaniem wiązki przez płaszcz światłowodu. Szybkość rozchodzenia się zależy od właściwości materiałowych płaszcza.

Dyspersja polaryzacyjna - jest efektem zjawiska, występującego w światłowodach jednomodowych, polegającego na rozchodzeniu się dwóch spolaryzowanych modów ortogonalnie względem siebie. Prędkości grupowe tych modów są różne (nie zachowują symetrii kołowej światłowodu, profilu współczynnika załamania, naprężenia).

Pomiary mocy optycznej

Pomiary mocy optycznej światłowodów pozwalają określić czy spełnione są warunki gwarantujące prawidłową pracę urządzeń teletransmisyjnych. Wykonywane są one w celu określenia poziomu sygnału optycznego oraz strat tego sygnału we włóknach traktów światłowodowych.

Pomiary mocy optycznej można podzielić na:

- pomiary parametrów urządzeń (moc nadajnika i czułość odbiornika)
- pomiary parametrów torów światłowodowych i ich elementów (tłumienność odcinków torów światłowodowych, tłumienność złączy, tłumienność zmontowanej linii światłowodowej)
- pomiary wynikowe linii światłowodowych współpracujących z urządzeniami (moc na wyjściu toru).

Tabela przedstawia przykładowe wyniki z pomiaru tłumienności dla traktu światłowodowego:

Długość trasy: 45,565 km		Maks. wartość tłumienia dla 1310 nm: 21,39 dB				
Ilość spawów: 27		Maks. wartość tłumienia dla 1550 nm: 14,55 dB				
Ilość złązek: 2						
Nr włókna	Tłumienność dla $\lambda = 1310$ nm		Tłumienność dla $\lambda = 1550$ nm		Tłumienność średnia linii	
	B \rightarrow C [dB]	B \leftarrow C [dB]	B \rightarrow C [dB]	B \leftarrow C [dB]	$\lambda = 1310$ nm [dB]	$\lambda = 1550$ nm [dB]
7	17,21	17,33	11,53	11,65	17,27	11,59
8	17,02	17,08	11,32	11,36	17,05	11,34
9	16,98	17,15	11,02	11,28	17,07	11,15
10	17,12	17,34	11,33	11,45	17,23	11,39
11	16,95	16,88	10,99	10,96	16,92	10,98
12	16,66	16,54	10,87	10,84	16,60	10,86
13	17,27	17,31	11,87	11,94	17,29	11,91
14	17,41	17,47	11,89	11,92	17,44	11,91
15	18,12	17,95	12,02	11,98	18,04	12,00
16	18,11	18,01	11,97	11,95	18,06	11,96
17	17,32	17,23	11,87	11,79	17,28	11,83
18	17,36	17,42	11,56	11,65	17,39	11,61
19	17,64	17,52	11,76	11,73	17,58	11,75
20	17,36	17,28	11,21	11,19	17,32	11,20
21	17,31	17,21	11,19	11,23	17,26	11,21
22	17,21	17,31	11,07	11,14	17,26	11,11